

CONSEIL INTERNATIONAL DES UNIONS SCIENTIFIQUES
INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS

UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE
INTERNATIONAL UNION OF GEODESY AND GEOPHYSICS

Bulletin de
l'Association Internationale
d'Hydrologie Scientifique
N° 7

JUIN 1957

Published on behalf of

THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENTIFIC HYDROLOGY

by

CEUTERICK

66, RUE VITAL DECOSTER

LOUVAIN (Belgium)

SOMMAIRE

1. Propos du Secrétaire	3
en français.	
en anglais.	
2. Composition des Bureaux de l'Association, des Commissions et des Comités	5
List of the Officers of the Association of the Commissions and of the Committees	5
3. Résolutions et Recommandations 1957. Toronto	6
4. Sujets pour 1960	9
Subjects for 1960	11
5. <i>Symposium sur le mouvement de la Glace au point de vue de la Physique</i>	11
Un symposium ayant le sujet indiqué ci-dessus aura lieu du 16 au 24 septembre 1958 à Chamonix (France).	
<i>Symposium on the Physical Aspect of Ice-Movement</i>	13
16-24 September 1958.	
Chamonix (France).	
6. Rapports Nationaux	14
Les rapports nationaux à Toronto seront publiés dans les nos 7 et 8 du Bulletin. Nous publions aujourd'hui ceux des U. S. A., de l'Inde et de l'Irlande.	
National Reports	14
The national reports for the period 1954-1957 will be published in the Bulletins No. 7 and No. 8.	
To-day, we publish the reports of the U. S. A., of India and of Ireland.	
7. Unesco Zones Arides	21

Partie Scientifique

1. Erratum	28
2. B. I. KOUDÉLINE. — Principes nouveaux pour distinguer ce qui est dû à l'écoulement souterrain sur l'hydrographe des fleuves	29
3. B. I. KOUDÉLINE. — Importance des structures géologiques pour les calculs des bilans d'eau de multiples années	36

PROPOS DU SECRÉTAIRE

1. Le Secrétaire s'excuse de la brièveté de ses propos : il s'occupe de l'impression des Comptes Rendus et Rapports de l'Assemblée de Toronto.

2. Il insiste cependant sur la réussite de cette Assemblée qui a réuni près de 250 hydrologues.

3. Cette Assemblée a vu naître le Comité de l'Evaporation et de l'Evapotranspiration et elle a vu renaître le Comité de Standardisation. Les quatre Grandes Commissions ont montré une vitalité supérieure à celle des précédentes Assemblées et pour la Commission de l'Erosion Continentale, les progrès ont été considérables.

4. Les réunions spéciales consacrées à l'Influence de la végétation sur le cycle hydrologique ainsi qu'à la rosée et aux précipitations occultes ont été des plus réussies et leurs Comptes-Rendus méritent de retenir l'attention de ceux qui s'intéressent à la Zone Aride.

5. La décision de tenir un symposium sur la physique du mouvement de la Glace en 1958 et sur l'Eau et les Régions Boisées en 1959 est portée dès à présent à la connaissance des intéressés.

6. Le Secrétaire appelle l'attention sur le bulletin qui continue à paraître sous sa forme actuelle, mais en même temps, des « Informations Hydrologiques » très brèves, mais comportant l'essentiel seront répandues gratuitement. Il demande à chacun un nouvel effort pour assurer aux Transactions de Toronto, une vente comparable à celle des publications des Symposia Darcy.

7. On trouvera plus loin la composition du nouveau Comité. Il est demandé aux membres de le soutenir dans la tâche de plus en plus difficile qui est la sienne.

NOTES AND REMARKS BY THE SECRETARY

1. The Secretary apologises for the brevity of these notes and remarks; he is busy with the printing of the Proceedings and Papers of the Toronto Assembly.

2. He must however refer to the success of this Assembly, which has brought together nearly 250 hydrologists.

3. This Assembly has witnessed the birth of the Committee on Evaporation and Evapotranspiration and the revival of the Committee on Standardisation. The four Commissions have displayed vitality greater than that at previous Assemblies, and in the Commission of Continental Erosion progress has been marked.

4. The special meetings devoted to the influence of vegetation on the hydrological cycle, as well as to dew and other occult precipitations, have been most successful and their Proceedings deserve the attention of all who are concerned with Arid Zone matters.

5. The decision to hold a symposium on The Physics of Ice Movement in 1958 and another on Water and Woodlands in 1959 is brought forthwith to the notice of those concerned.

6. The Secretary draws attention to the continued appearance of the Bulletin in its present form, whilst at the same time there will be a distribution, free of charge, of a Hydrological News-sheet, short in length but containing what is essential.

He asks everyone to make a fresh effort, to secure for the Toronto Transactions sales comparable with those of the Darcy Symposia publications.

7. Further on in this issue will be found the composition of the new Committee. Members are urged to support it in the increasingly difficult task which it is undertaking.

A. I. H. S.

1957-1960

COMPOSITION DES COMITÉS DE L'ASSOCIATION ET DE SES COMMISSIONS

Président : M. WILM (U. S. A.)

Vice-Présidents : M. ALLARD (G. B.)
M. TONINI D. (Italie)
M. FRIEDRICH (Allemagne)

Secrétaire : M. L. J. TISON (Belgique).

NEIGES ET GLACES

Président : M. FINSTERWALDER

Vice-Présidents : M. BAUER (France)
M. NAKAYA (Japon)

Secrétaire : M. BAIRD (Canada).

EAUX SOUTERRAINES

Président : M. KRUL (Pays Bas)

Vice-Présidents : M. MAXEY (U. S. A.)
M. BOGOMOLOV (U. R. S. S.)

Secrétaire : M. BUCHAN (U. K.)

EAUX DE SURFACE

Président : M. SERRA (France)

Vice-Présidents : M. VOLKER (Pays-Bas)
M. LAMBOR (Pologne)

Secrétaire : M. KASSER (Suisse).

EROSION CONTINENTALE

Président : M. TIXERONT (Tunisie)

Vice-Présidents : M. KURON (Allemagne)
M. SIMAIKA (Egypte)

Secrétaire : M. MADDOCK (U. S. A.)

COMITÉ DE LA STANDARDISATION
DES CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DES COURS D'EAU

M. W. FRIEDRICH
M. A. VOLKER
M. L. SERRA
M. WALSER
M. R. K. LINSLEY
M. W. LANGBEIN
M. G. TISON

COMITÉ DES PRÉCIPITATIONS

M. SERRA

COMITÉ DES INSTRUMENTS

M. SCHIJF

COMITÉ DE L'ÉVAPORATION ET DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION

M. EARL HARBECK
M. FRIEDRICH
M. VOLKER
M. G. TISON Jr.

COMITÉ DE L'ÉVALUATION DES MATIÈRES DISSOUTES

M. DURUM (U. S. A.)
M. L. TISON (Belgique)
M. AVSIUK (U. R. S. S.)
M. VILELA (Argentine)
M. CHATERji (Indes)

RÉSOLUTIONS ET RECOMMANDATIONS
PRISES A TORONTO

RÉSOLUTION 1

L'A. I. H. S. décide de créer un Comité temporaire de l'évaporation et de l'évapotranspiration.

L'étude de semblables sujets ne peut être envisagée qu'avec la collaboration de l'A. I. M. et même de l'A. I. O. P.

L'A. I. H. S. demande à ces deux Associations de bien vouloir désigner leurs représentants à ce Comité.

RÉSOLUTION 2

L'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique décide de tenir un Symposium sur le sujet suivant :

PHYSIQUE DU MOUVEMENT DE LA GLACE

Ce Symposium se tiendra soit à OBERGURGL en Autriche, soit à CHAMONIX en France, dans la première quinzaine de septembre 1958.

L'Association demande à l'U. G. G. I. de bien vouloir lui accorder un soutien financier.

RÉSOLUTION 3

L'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique décide de tenir un Symposium sur le sujet suivant :

EAUX ET RÉGIONS BOISÉES ET LYSIMÈTRES

Ce Symposium se tiendra en Allemagne dans la première quinzaine de septembre 1959.

L'association demande à l'U. G. G. I. de bien vouloir lui accorder un soutien financier.

RECOMMENDATION 4 ON WORLD WIDE RUNOFF OF DISSOLVED CHEMICAL SUBSTANCES

Whereas the International Association of Scientific Hydrology in the Assemblée Generale de Rome 1954, recommended a programme of observations in the field of Hydrology, additional recommendations are made herewith.

The International Association is cognizant of the lack of adequate quantitative data on chemical substances dissolved in water from the land surfaces on the world, and that such data are becoming increasingly important in total water budget and quantitative geochemical studies.

Although the International Association is not represented in some areas of the world, nevertheless, it has through its National Committees and other agencies the means and potential for acquiring hydrological data in many parts of the world as well as the resources for conducting the study, for analyzing the data, and for the publications resulting therefrom.

Therefore the Association recommends, on the basis of preliminary study, that about 65 large rivers of the world, each having an average discharge exceeding 20,000 cubic feet per second (566 cubic meters per second) be selected for sampling for chemical analysis. Runoff from these streams comprises up to 75 percent of the total runoff to the oceans from land surfaces, therefore values obtained from sampling the streams above tide water, approximately four times over a range of discharge during one year, will provide valuable quantitative information on concentrations of major and minor elements and total runoff of dissolved solids to the ocean.

The Association is hopeful that sampling at some streams will commence in 1958, and that in some instances it may be practicable to extend the sampling program beyond one year in order to increase the number of observations.

RECOMMANDATION 5 HYDROGEOLOGICAL MAPS

At the Toronto Conference during two sessions dealing with Underground Waters, the question of hydrogeological maps and the results obtained therein have aroused a great deal of interest. These results have permitted the realization of an exhibition of maps from Germany, the United States and the Netherlands. Although unprepared in advance, this exhibition has been very successful; it would have been even more successful had it been possible to exhibit the results obtained in Morocco. The results in Tunisia although not materialized by the presentation of maps, have been equally appreciated.

It has been decided to prepare a more extensive exhibition for the next General Assembly.

An exhibition of land-erosion maps has also been decided.

A l'Assemblée de Toronto, au cours des deux séances consacrées par la Commissions des Eaux souterraines à la question des cartes hydrogéologiques, les résultats obtenus dans ce domaine ont provoqué le plus grand intérêt. Les résultats obtenus ont permis de réaliser une exposition de cartes d'Allemagne, des Etats-Unis, des Pays-Bas. Bien que non préparée, cette exposition a connue un grand succès; le succès aurait été plus considérable encore si les résultats obtenus au Maroc avaient pu être exposés. Les réalisations en Tunisie, bien que non matérialisées par la présentation de cartes ont également été appréciées.

Il a été décidé que pour la prochaine Assemblée Générale, une exposition plus étendue serait préparée.

Une exposition de cartes d'érosion continentale a aussi été décidée.

SUJETS A TRAITER POUR L'ASSEMBLÉE DE 1960

A) COMMISSION DES NEIGES ET DES GLACES

Cette commission laisse toute liberté à ses membres pour le choix des sujets.

B) COMMISSION DES EAUX SOUTERRAINES

1) Méthodes pour la présentation des données géo-hydrologiques sous forme de cartes. Les cartes et en particulier celles qui seront basées sur des méthodes nouvelles pourront être exposées.

2) Méthodes pour l'évaluation des ressources en eaux souterraines.

3) Matières radio-actives :

a) Emploi expérimental pour l'étude des eaux souterraines.

b) Hydrologie de l'évacuation de ces matières dans les couches perméables.

4) Intrusion d'eau salée dans les nappes aquifères dans les zones côtières et dans les zones voisines des estuaires.

C) COMMISSION DES EAUX DE SURFACE

1) *Etude des bas débits*

a) Les étiages

— Etiages moyens annuels

— Liaison des étiages avec :
les périodes sans pluie
la nature géologique des sols.

— Valeur des coefficients d'écoulement pendant les périodes d'étiages.

b) Les sécheresses

— Caractéristiques — Causes.

— Fréquence d'apparition — Prévision.

— Répartition spatiale des périodes de sécheresse (à large échelle englobant plusieurs régions ou pays).

2) *Etude de l'écoulement provenant de la couverture neigeuse*

— Ecoulement en hiver.

— Ecoulement en période de fonte.

3) *Les fleuves et rivières à marées*

D) COMMISSION D'ÉROSION CONTINENTALE

1. Débit solide des cours d'eau.

2. Erosion et chimie du ruissellement.
3. Mécanisme de l'érosion, avec étude en particulier des effets de la fonte des neiges.
4. Influence de l'utilisation et de l'aménagement des terres sur l'érosion.

E) COMITÉ DES PRÉCIPITATIONS

1) *Observations et mesures*

- a) Influence aérodynamiques de l'environnement.
Choix de l'emplacement optimum d'un pluviomètre.
- b) Mesures des précipitations en montagne et spécialement sur les pentes.
Mesure des précipitations neigeuses.

2) *Variabilité des précipitations*

- a) Répartition spatiale des précipitations. — Corrélations. — Analyse de cas particuliers et aspects statistiques à des échelles différentes (10 m — 1 Km — plusieurs dizaines de Km).
Représentativité des réseaux d'observations pluviométriques.
- b) Variabilité temporelle des précipitations (forme des hyetogrammes en liaison avec les conditions météorologiques).

3) *Méthodes de mesures par radar*

- Comparaison avec les méthodes classiques.

F) COMITÉ D'ÉVAPORATION ET D'ÉVAPOTRANSPIRATION

1. Évaporation en provenance d'une surface d'eau :

- a) Suppression de l'évaporation par l'utilisation de films monomoléculaires.
- b) Essais nouveaux pour déterminer l'évaporation d'un réservoir à l'aide des méthodes de la balance de l'énergie et du transfert des masses.
- c) Etudes de la relation entre l'évaporation des « pans » et celle des réservoirs.

2) *Évapotranspiration* :

- a) Évaluation critique des avantages et des inconvénients des recherches à l'aide de lysimètres.
- b) Essais de détermination de l'évapotranspiration à l'aide des méthodes de la balance de l'énergie et du transfert des masses.
- c) Etudes du bilan hydrologique de bassins hydrologiques pour de courtes périodes de temps.
- d) Etudes des pertes par évapotranspiration dans les régions arides.
- e) Etudes de l'action de la canalisation de rivières sur les pertes par évaporation et évapotranspiration.

G) COMITÉ DES INSTRUMENTS

M. Schijf aidé de MM. Langbein et Walser recueilleront les renseignements pour la rédaction du Manuel.

H) COMITÉ DE STANDARDISATION DES CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES

Une circulaire sera envoyée ultérieurement.

SUBJECTS FOR THE NEXT ASSEMBLY

A) COMMISSION OF SNOW AND ICE

No set questions will be posed for 1960.

B) COMMISSION OF SUBTERRANEAN WATERS

- 1) Methods of presenting geohydrological data in map form. Maps especially those based on new methods may be exhibited.
- 2) Methods of estimating ground-water resources.
- 3) Radioactive substances:
 - a) their experimental use in ground-water studies and
 - b) the hydrology of their disposal into pervious strata.
- 4) Saline infiltration into aquifers in coastal and estuaric areas.

C) SURFACE WATERS COMMISSION

- 1) *Study of Low Discharges*
 - a) Dry-weather discharges
 - Mean Annual dry-weather discharges
 - Relation of dry-weather discharges to:
periods without rainfall
geological character of soils
 - Values of run-off coefficients during periods of dry-weather discharges.
 - b) Droughts
 - Characteristics — Causes.
 - Frequency of occurrence — Forecasting.
 - Spatial distribution of drought periods (on a large scale covering several regions or countries).
- 2) *Study of Run off Resulting from Snow-cover*
 - Run-off in winter.
 - Run-off during period of snow-melt.
- 3) *Tidal Portions of Streams and Rivers*

D) COMMISSION OF LAND EROSION

1. Sediment yield of streams.
2. Erosion and chemistry of runoff.
3. Mechanism of erosion with special reference to the effects of snow melt.
4. Influence of land use and management on erosion.

E) COMMITTEE ON PRECIPITATIONS

- 1) *Measurement*
 - a) Aerodynamical study.

Determination of the optimal place.

b) Measures in mountains.

2) *Variability of Precipitations*

a) in the Space.

b) in the time.

3) *Measurement with Radar.*

F) COMMITTEE ON EVAPORATION AND EVAPOTRANSPIRATION

1) *Evaporation from a free water surface:*

a) Suppression of evaporation by the use of a monomolecular films.

b) Further tests of the energy budget and mass transfer methods for the determination of reservoir evaporation.

c) Studies of the relationship between pan and reservoir evaporation.

2) *Evapotranspiration:*

a) A critical evaluation of the advantages and disadvantages of lysimeter research.

b) Tests of the energy budget and mass transfer methods for the determination of evapotranspiration.

c) Studies of the water balance of catchment areas for short periods of time.

d) Studies of evapotranspiration losses in arid regions.

e) Studies of the effects of canalization of rivers upon evaporation and evapotranspiration losses.

G) COMMITTEE OF INSTRUMENTS

Mr. Schijf with Mr. Langbein and Mr. Walser will collect inquiries.

H) COMMITTEE OF STANDARDISATION OF HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS

A circular letter will be issued.

Symposium sur le mouvement de la glace au point de vue physique

Un symposium sur le sujet indiqué ci-dessus aura lieu du 16 au 24 septembre 1958 à Chamonix (France).

Symposium on the Physical Aspects of Ice-Movement

16-24 September 1958, Chamonix (France).

Rapports nationaux à l'Assemblée de Toronto

U. S. A.

REPORT OF THE SECTION OF HYDROLOGY AMERICAN GEOPHYSICAL UNION

Activities in hydrology in the United States since the last General Assembly of the Association of Hydrology have been many and varied. To report on these in detail would be impossible within reasonable space limitations. Administratively, the Section of Hydrology elected new officers for the triennium from June 1956 to June 1959. The elected officers are:

Ray K. Linsley, President
Harry F. Blaney, Vice-president
Ralph N. Wilson, Secretary

The number of permanent research committees of the Section was reduced and reorganized to conform more closely to the commissions and committees of the International Association. The new committees and their chairmen are:

Committee on Groundwater — Dr. George B. Maxey
Committee on Surface Water — Dr. Alfred J. Cooper
Committee on Snow, Ice, and Glaciers — Professor C. C. Warnick
Committee on Erosion and Sedimentation — Dr. Luna B. Leopold
Committee on Precipitation — Mr. Floyd A. Huff
Committee on Evaporation and Transpiration — Mr. G. Earl Harbeck.

The technical and scientific activities in hydrology within the United States are probably better surveyed by the 28 papers presented by various authors at this General Assembly and by the many papers in the field published during the past three years in the Transactions of the American Geophysical Union. No attempt will be made to summarize these aspects in this report.

A supplement to the Annotated Bibliography of Hydrology for the United States and Canada was published in December 1955 with the support of agencies represented on the Subcommittees on Hydrology and Sedimentation of the Federal Inter-agency Committee on Water Resources. This supplement covers the literature in the field for the years 1950 to 1954.

IRELAND

REPORT OF WORK ON HYDROLOGY 1954/1957

(a) *Meteorological Service*

During the period under review the network of stations equipped with rainfall recorders has been in course of extension. In March 1954, there were 37 stations with rainfall recorders; in February 1957, there were 54 such stations.

Part II of the Monthly Weather Report of the Meteorological Service gives the total monthly rainfall for the 850 rainfall stations in the country, and the percentage of the average at selected stations. Standard averages of rainfall for the 35-year period 1916-1950 are in course of preparation.

The Meteorological Service continues to supply data and reports for public utility undertakings (water supply purposes, electricity generation, drainage schemes), planning of industries, design of buildings (wind pressure), air conditioning plant, etc., and compiles data of general interest.

Thornthwaite evapotranspirometers have been installed at two stations.

PUBLICATIONS

Technical Notes

No. 14 Evaporation and Transpiration in the Irish Climate. By V. H. Guerrini, M. Sc.

No. 19 Extremes of Precipitation in Periods of Consecutive Months. By F. E. Dixon, B. A.

(b) *Geological Survey of Ireland*

The Survey has prepared numerous reports on the prospects of finding water at well and drill sites.

(c) *Office of Public Works, Engineer's Branch*

The prime objective of the work of the Hydrometric Survey section of Engineer's Branch, Office of Public Works, is to gather and interpret data to serve as a basis for the design of catchment arterial drainage schemes. For this purpose a network of river level gauges has been set up throughout the river basins of the country and continuous records are available in many cases from 1939-40.

The rainfall figures as supplied by the Meteorological Office Department of Industry and Commerce have been used in many instances to obtain Unit Hydrographs for certain stations and a method of deriving synthetic Unit Hydrographs was developed to convert pre-drainage flows to post-drainage equivalents. A short description of work in the field and office is given hereunder.

In the field 151 automatic water level recorders have been installed serving 34 catchments including all the larger and more important watersheds. The intention is to have ultimately about 200 of these recorders. As well as the foregoing 173 staff gauges which are read daily have been erected. These are used in some of the 34 catchments mentioned above but are solely used in 19 catchments generally of the smaller type. It is the intention to reduce the number of staff gauges according as the recorder programme nears completion. Complementary to the installation of gauges which takes place in the Summer season, 4 engineers are engaged on flow measurement work in the Winter and up to 1,000 flow measurements are taken and reduced each Winter. There are now about 200 stations in the country for which stage discharge curves are available and of these more than 100 are well rated and the remainder to a lesser degree depending on the period for which each station has been in existence and the possibility of proposed drainage works in that area. Ultimately it is hoped to have 6 engineers in the field as the necessity for maintaining the increased number of recording gauges occurs and the need to develop new rating curves and check established ones arises together with the special studies that will present themselves with the completion of more drainage schemes.

In the office the major floods on catchments that have been recently drained are being analysed and according as this information is forthcoming it is tested in the light of our developments in the unit hydrograph theory and application to flood frequencies. Together with above studies, investigations are also being carried out on the factors that govern run-off from catchments and work is proceeding on the separation of ground water from surface run-off.

PUBLICATIONS

- (1) The employment of Unit Hydrographs to Determine the Flows of Irish Arterial Drainage Channels. By J. J. O'Kelly. (Paper read to the Hydraulics Engineering Division, Institution of Civil Engineers, on the 25th January, 1955).
 - (2) A Graphical Solution of the Flood-Routing Equation for Linear Storage-Discharge Relation. By J. E. Nash and J. P. Farrell (Transactions of the American Geophysical Union, Vol. 36, No. 2, April, 1955).
 - (3) Frequency of Discharges from Ungauged Catchments. By J. E. Nash (Transactions of the American Geophysical Union, Vol. 37, No. 6, December, 1956).
- (d) *Electricity Supply Board, Hydrometric Section*

The Electricity Supply Board maintains a Hydrometric Section in connection with the investigation and design of hydro-electric projects and the water control of completed developments. This section controls 64 gauge stations recording river and lake levels in about 20 catchments, five of which have already been, or are, in course of development for hydro-electric power. Twenty-six of these stations are stage-discharge stations which are calibrated by current meter measurements. In addition flows are recorded at one weir station calibrated by current meter, three specially built weir stations calibrated by model experiments and four power stations based on station output. In the office the daily flows are computed from the records. Studies of special problems such as flood flows, extreme low regulation, etc., are undertaken as required for the design and operation of hydro-electric schemes.

(e) *Other Hydrological Publications*

Analysis of 35 year automatic recordings of rainfall at Cork. By E. C. Dillon (Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland, Vol. 80).

INDIA

NOTE ON THE PROGRESS OF WORK IN HYDROLOGY
DURING THE LAST THREE YEARS (1954-1956)

Hydrological work:

After the phenomenal floods in the Ganga and Brahmaputra river basins in the year 1954, the attention of the whole country was focussed on the necessity of controlling floods. To ensure that flood control measures proposed for the different affected areas are carried out, a number of State Flood Control Boards and a Central Flood Control Board were formed.

These floods also brought home, the deficiency of hydrological data. Paucity of information in these basins was due mostly to the greater part of the catchment of these rivers lying in the Himalayan ranges in foreign territories. Proposals were therefore, drawn up in consultation with the I.M.D. for installing 118 raingauges in Nepal, Bhutan, Sikkim and Tibet and 42 raingauges in Sub-mountainous regions of Uttar Pradesh, West Bengal, Assam and North East Frontier Agency. The existing network of gauges and discharge observation sites in major river basins was reviewed and proposals for augmenting these were made to the state Governments.

To give an overall idea of the comprehensive integrated flood control plans, the river basins of Burhi Gandak and Bagmati in North Bihar, Rapti in U.P. and Yamuna were studied. Reports entitled 'Flood studies of Burhi Gandak' and 'Flood studies of Rapti' have been brought out. Work on the report of Yamuna is nearing completion and that on Bagmati is well advanced. The reports discuss the geophysical and topographical features of the river and geological aspects of the basin. A resume of past efforts at flood control the data available at present and further data required have been given. Analysis of rainfall and statistical studies of gauge and discharge data, design flood assumptions and necessary computations have been made. As a result of these and other studies the proposal plan of development is suggested.

The potentialities of the Ramganga reservoir project were examined from the view point of affording flood protection in the entire Ram Ganga basin. It was observed that although the flood absorptive provisions in the Ramganga reservoir might mitigate flood to a certain extent in the immediate vicinity of the dam, it might not be enough to afford a complete solution of the problem.

Examination of the availability of adequate water supplies for some synthetic oil and steel plants in the country was made. Calculations were made at various sites on different rivers like Baitrani, Brahmini, Narmada, Tapi, Godavari and Krishna.

Brief report on the hydrology of river Kamla was prepared for use in the discussions with Sir Claude Inglis, an expert sent under Colombo Plan.

In April 1955, representatives of Bhutan Government were invited to

New Delhi for discussions in connection with the surveys and collection of data in Bhutan territory for flood control work. A detailed report entitled «collection of Rainfall and river data in Bhutan» was then prepared and handed over to the Bhutan representatives. The report indicated the work to be done in Bhutan territory. The work was to be taken up in three stages. Work of setting up raingauges and river gauges and wireless warning stations is taken up as per programme.

Detailed study was made of the afflux heights consequent upon the construction of Ballia-Baria bund along Ganga in U.P.

A study was made of the Hydro Power potential of the southern tributaries of Ganga namely Son and Gopat.

The hydrographs of Ganga and its tributaries were studied to draw out a procedure for forecasting flood levels at Mokameh Ghat Bridge Site.

The question posed by the Punjab Engineers that the flood peaks in the tributaries of Indus basin are progressively on the increase during recent years was critically examined and it was revealed that there are no distinct trends in the flood discharges of these north-western rivers. The causes of the increase in flood discharges in recent years are under study.

Hydrological conditions of Torsa river in reference to the proposed embankment upstream of the arterial road and construction of bridges on the tributaries of Cher Torsa and Sil Torsa to pass expected flood, was examined and comments offered.

The rainfall and storm studies required for Nagarjunasagar project were taken in hand.

Annual and monsoon isohyets were prepared by Untra Tank Project (Ajmer) and the expected yield for that scheme was computed.

As the observed discharge data of Brahmaputra is available at Pandu for a few years while the gauge data at Dibrugarh for the same river is available for a number of years, studies were conducted in connection with correlation of Dibrugarh gauges with the discharges at Pandu so that the information about Brahmaputra discharges can be extended for all the years for which gauge data is available.

Hydrological studies on the Ken Project to ascertain design flood, annual rainfall and the storage capacity of the reservoir were taken up.

Studies were conducted on Budameru river in Andhra to examine the flood absorptive capacity of the proposed reservoir and the effect of reservoir on flood flows of the river. These studies were brought out in a volume for the guidance of the State authorities.

Sample surveys were carried out in certain flood affected villages in the Punjab and U.P. and on the banks of Yamuna, in order to assess the nature of the flood damages in these areas in connection with the formulation of a comprehensive flood control scheme for the Yamuna basin.

Hydrological Data Publications:

Hydrological data books for Narmada, Mahanadi, Dihang, Manas, Hirangi, and Laxman Tirth containing all the past available data upto 1950 were completed and Water-year books for 1951-52, 1952-53, 1953-54 for the river basins of Narmada Sabarmati Mahanadi, Kosi, Dihang and Manas were prepared. Water-Year Books for 1954-55 for these rivers are under compilation. They contain hydrological data of river basins such as gauge discharges, rainfall, and temperature during the water year (from April to

March). These data will be useful in planning and designing of irrigation, flood control and hydro-electric schemes.

Technical Examination of Projects:

During the period of review, about 150 projects on irrigation and power were scrutinised in respect of their hydrological aspects and comments were offered.

Of these projects more important ones are:—

1. Nandi Konda Project (Andhra)
2. Gandak Irrigation & Power Project (Bihar)
3. Kangasbati Reservoir Project (West Bengal)
4. Ukai Dam Project (Bombay)
5. Chambal Valley Development Project (Rajasthan & M.P.)
6. Sharavati Valley Project (Mysore)
7. Ramganga Reservoir Project (U.P.)
8. Vamsadhara Project (Andhra)
9. Matatila Reservoir Project (U.P.)
10. Deonur (Project (Andhra).

In every project, the rainfall data is checked and the average and dependable yields estimated. The reservoir capacity is then fixed with regard to the availability of supplies and the amount of utilisation either for irrigation or for power. The design flood is also estimated for the purpose of fixing the spillway capacity.

4. Notes, Papers and comments

During the period of review, the following papers were prepared:

1. 'Hydrological data — its necessity and methods of computation'.
2. 'Fixation of storage capacity of reservoirs' for presentation to the Regional Technical Conference on Water Resources Development in May, 1954 in Tokyo.
3. 'Variability and predictability of water supplies in arid regions in India' and 'Potential relation between soil conservation practices and water yield' in connection with the International Conference on Arid Bands held in U. S. A.
4. 'Historical Development and criterion for justification of Irrigation Projects' for Tokyo conference held in May, 1954.

The following three papers were presented at the symposium at Dijon (France) in September, 1956 which was organized by the International Association of Scientific Hydrology.

- 1) Some aspects of comprehensive flood control planning in a river basin.
- 2) Flood routing practices in India.
- 3) Spillway design storm.
5. 'Collection of hydrological data of North Bengal Rivers' for the symposium on development of water and power resources of West Bengal being organized by the Indian Journal of Power & River Valley Development, Calcutta.

The following notes were prepared during the period of review:—

1. Nature and causes of floods.
2. History of floods in India and other countries.

3. History of flood protection activities in India and other countries.
4. Silting of rivers.
5. Inter-State rivers and the interconnected problems.
6. Role of forests in flood control.

The following reports and papers were examined and comments were offered.

1. 'Flood and Drainage problem of Punjab' prepared by the Special Officer appointed by the State.
2. Extension of irrigation in the Mahanadi Delta by the Chief Engineer, Hirakud Dam Project.
3. All papers pertaining to hydrology and floods in connection with C.B.I. and P. Research Committee and Board meetings held during these years.
4. Indian documents for fluid flow measurements for the meeting of International Standards Organisation at Munich.

5. *International activities:*

Foreign consultations

In January 1955, the case of flood control in the Burhi Gandak in North Bihar was discussed with M/s. Rawhouser and Torpin of the T.C.M. after their aerial and field inspection of the area.

Discussions were held with M/s. Luna Leopald and Thomas Madhok of the United States on hydrological questions in relation to flood control.

Discussions were held with Prof. Lovich of the Academy of Sciences, U.S.S.R. and Prof. A. K. Ryabchiker the Dean of Geography Faculty of Moscow University on matters of common hydrological interest. Discussions were also held with Prof. S. N. Kritaki, Professor of Hydraulic Engineering of the Moscow University, U.S.S.R. on hydrological practices followed in U.S.S.R. in the determination of runoff and maximum flood intensities.

6. *Training Facilities*

Mr. Otto Shulz Wetzell, an agricultural engineer from Peru, who came to India on a UNESCO Fellowship on Arid Zones Research was trained in the principles and practices of arid zone hydrology followed in India.

Chief Engineer (P & D) and Director (H & S) delivered lectures on various hydrological aspects at the Water Resources Development Training Centre at Roorke. The subject included catchment characteristics, rainfall, runoff, flood forecasting, flood warning and flood frequencies.

Necessary guidance and training facilities were provided to the trainee officers from the Water Resources Development Training Centre. Similar facilities were also offered to asstt. engineers from Hyderabad and a team of engineers from Madhya Pradesh Government and an Executive Engineer from West Bengal.

7. *Conferences, Committees and Seminars*

Director (H & S) attended the following conferences and committees:

1. Ground Water Resources Committee of the Central Board of Geophysics held at Calcutta in April, 1954.

2. A conference of Central and State Governments representatives at Srinagar in June, 1954.
3. Engineers seminar and 24th meeting of the C.B.I. Research Committee held at Roorkee in July, 1954.
4. Annual C.B.I. Meetings.
5. 87th meeting of JOMCO.
6. A meeting of the sub-committee on rainfall analysis for multipurpose projects in July, 1954 of which Director (H & S) was the convener.
7. Conference with Russian Experts on the proposed steel plant to be set up at Bhilai in March, 1955.
8. The Inter-Governmental meeting between the Government of Bhutan for discussing measures to be adopted for collection of rainfall and river data in Bhutan. A report on the subject explaining the necessity for collection of data was compiled and put up for consideration of Bhutan Government.
9. A meeting of the working Group of Experts convened by the Bureau of Flood Control and Water Resources Development of ECAFE from 12 to 14th September, 1955 at Bangkok.
10. Different meetings of Road Bridges Committee and Railway Bridges Committee for Bihar and West Bengal.
11. Symposium on flood hydrology organised by the International Association of Hydrology at Dijon (France) in September, 1956.

Hydrological work carried out by other agencies

Hydrometeorological work and evaporation measurements are continued by the Indian Meteorological Department. As regards ground water, the Geological Survey of India has been collecting hydrological data from all over the country during this period. This work is also being coordinated at present by a Steering Committee of the Central Board of Geophysics.

Mukherjee/12. iii. 57.

UNESCO

ADVISORY COMMITTEE ON ARID ZONE RESEARCH THIRTEENTH SESSION

Report on the First Meeting of the Sub-Committee on Salinity Problems Unesco House, Paris, 25 June 1957

1. *Origin*

At its twelfth session, the Advisory Committee on Arid Zone Research established a sub-committee to guide the Secretariat in the establishment of an information centre on the purification of salt water and on the programme and organization of the symposium to be held jointly with the Government of Iran on salinity problems (Reference UNESCO/NS/144, paragraph 14).

2. *Attendance*

This sub-committee held its first meeting at Unesco House in Paris on 25 June 1957. The following were present:

Dr. G. Aubert — Chef du Service des Sols de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris France.

Professor G. V. Bogomolov — Section of Geographical Geology, Academy of Sciences of the Union of Soviet Socialist Republics, Moscow, USSR.

G. Drouhin — Directeur du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Gouvernement Général, Alger, Algeria.

Dr. H. Greene — Adviser on Tropical Soils, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts., United Kingdom (Chairman).

Dr. D. S. Jenkins — Director, Office of Saline Water, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C.

Secretariat: Dr. R. L. Zwemer, Chief, Contribution to Scientific Research Division

Mr. J. Swarbrick, Arid Zone Unit.

Mr. W. Moller, Arid Zone Unit.

3. *Agenda and Suggestions*

The committee had before it a working paper (UNESCO/NS/AZ/318) on the two business items of the agenda, viz., item 3, Possibility of establishing an information clearing house for research on demineralization of saline water, and item 4, Programme for the Symposium on salinity problems to be organized jointly with the Government of Iran in 1958.

The following possibilities of setting up such a service were considered:

1. It could take the form of an abstracting service with regular publication in the Arid Zone Newsletter which will eventually be published.

2. The Secretariat could gather information by circular letters to national research institutes and other research organizations known to be working on demineralization and distribute this information through its normal channels.

3. The Secretariat could act merely as a clearing house to provide information to specific enquirers, by referring them to the appropriate laboratory or agency.

4. The Secretariat could compile a directory of the institutions engaged on this field of research.

4. Desirability of information centre

The committee first turned to the question as to whether an information service was at all necessary or useful. There was general agreement that such a service would be of value to research workers and potential users. One of its main functions should be to stimulate thinking on new processes for saline water conversion. The activities of the service should however be confined to demineralization proper and not turn to the fields covered by the Reviews of Research on the Utilization of Saline Water.

5. Methods of work

While there was general agreement on the potential value of the service, the views on how it should operate differed. That the greatest possible use should be made of established institutes was readily accepted, so was the proposal that the co-operation between the various groups working on saline water conversion be strengthened. The idea of an abstracting service with regular publication in the proposed Arid Zone Newsletter was rejected. The committee felt that the Secretariat should begin in a small way by gathering information from national research organizations and other research institutions known to be working on saline water conversion and that the Secretariat should distribute this information through its normal channels. If possible, the information was to be collected in the form of abstracts of the main papers and reports. The committee endorsed the suggestion of a directory of institutions engaged in research on saline water conversion.

6. Regular meetings of sub-committee

The difficulties inherent in this procedure were recognized. Circular letters requesting information from busy laboratories are likely to be put aside into a drawer, all the more so since much of the work done is technological development for commercial purposes. The committee therefore recommended that the Secretariat regularly call meetings of experts for an oral exchange of information on the latest work and developments.

7. Kind of information to be exchanged

Dr. Jenkins gave valuable indications as to the kind of information to be exchanged. Those engaged in developing new processes for demineralization will need information on the physical or chemical principles involved in new processes, principal inventors and investigators, location of the work and facilities, cost and duration of the research project, cost of the water produced and a description of the methods used in estimating the cost.

Due regard must be paid to the local modifications of factors used in the cost analyses made in the research institutes.

Where possible, information on the quantity and quality of converted water needed in various countries should be collected.

Potential users of converted water would need information on available equipment, its cost and the requirements of skilled or unskilled operating personnel, and on quantities of fuel or energy required. They would also need information on new processes which were being developed.

8. Programme for 1958 symposium

The afternoon session was devoted to a discussion of a tentative programme for the 1958 symposium on salinity problems.

The first proposition to be considered came from Dr. H. E. Hayward of the U.S. Salinity Laboratory, Riverside, with the following subjects:

1. Diagnosis, improvement and management of saline soils
2. Selection and breeding for salt tolerance
3. Irrigation water needs according to localities
4. Specific crop problems
5. Reclamation of saline soils.

This was felt to be rather more in the field of FAO's activities. The Secretariat had suggested the following subjects for consideration:

1. Hydrology: chemical composition of underground waters
2. Biochemistry of plant growth under saline conditions
3. Biochemistry of saline soils and the use of brackish water for irrigation
4. Physiology of brackish water consumption by animals
5. Saline water conversion.

The Committee felt that the first of these subjects would have relatively little interest, that the second should be Biophysics and Biochemistry of plant growth under saline conditions, and that the third really contained two subjects, viz., microbiology of saline soils and the utilization of saline water on soils.

The committee finally agreed on the following tentative programme for a symposium of 4 days duration:

I. Physiology of brackish water consumption by plants and animals.
II. Use of brackish water in irrigation — this would include an introductory paper on the characteristics of saline soils.

III. Hydrology, with special reference to brackish waters — half a day only as background.

IV. Saline water conversion — one and a half days, with the following sub-division:

(a) current developments, economic considerations and industrial uses
(b) processes, either 2 or 5 papers — if two papers, one on processes for brackish water conversion and one on sea water conversion. If 5 papers, the following would be dealt with:

1. Distillation using conventional fuels
2. Solar distillation
3. Freezing
4. Electrodialysis
5. Chemical methods.

Finally, the committee made some suggestions about authors for background papers and possible participants.

9. Action required by the Committee

(a) Concerning the information centre, the committee may wish to reconsider the proposed methods of collecting data. There is some legitimate doubt about the response to a questionnaire directed to busy laboratories working on technological improvements.

(b) The committee is asked to consider the proposed programme for the symposium on salinity problems and to amend it if necessary.

PARTIE SCIENTIFIQUE

SCIENTIFIC PART

1. Erratum notice (Bulletin N° 5).

We published in the Bulletin N° 5 a paper of Mr. King Hubbert:
«Darcy's Law and the Field Equations of the Flow of Underground Fluids».

We omitted the following additional information:

Publication N° 104

Shell Development Company

Exploration and Production Research Division

Houston (Texas).

L'Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft de Vienne en Autriche m'a envoyé quelques exemplaires d'une très intéressante étude :

Das Juli-Hochwasser 1954 im österreichischen Donaugebiet.

Cette étude sera envoyée à ceux qui feront parvenir une somme de 60 frs belges au Secrétaire L. J. TISON pour couvrir les frais d'envoi.

The Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft in Austria sent me some copies of a very good study:
« Das Juli-Hochwasser 1954 im Österreichischen Donaugebiet.

This study will be sent to those who will sent 60 belgian francs to the Secretary L. J. TISON.

PRINCIPES NOUVEAUX POUR DISTINGUER CE QUI EST DÛ A L'ÉCOULEMENT SOUTERRAIN SUR L'HYDROGRAPHE DES FLEUVES

PAR

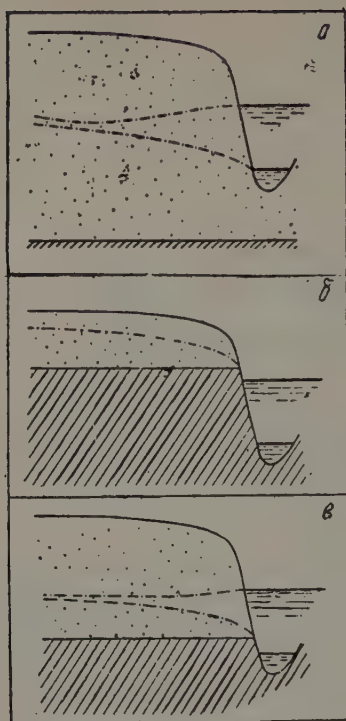
B. I. KOUDÉLINE,
docteur ès-sciences
Université de Moscou

La définition exacte de la quantité d'eaux souterraines affluant dans les artères fluviales est d'un grand intérêt théorique et pratique. L'importance de ce problème dépasse grandement les limites des intérêts de la science hydrogéologique. Les études du bilan d'eau de terre ferme, l'hydrologie, la géologie, la géomorphologie et enfin la géochimie sont à différents degrés intéressées à l'investigation de l'écoulement souterrain et de son évaluation quantitative.

En examinant les méthodes hydrologiques et autres pour déterminer l'alimentation souterraine des fleuves (1) appliquées en divers pays, nous nous sommes convaincus de leur insuffisance.

Les points de vue des différents auteurs sont les plus contradictoires sur la question suivante : comment peut-on distinguer, sur l'hydrographe de l'écoulement général des fleuves durant les périodes des grandes crues printanières, l'écoulement souterrain. Les uns pensent que l'écoulement souterrain reste durant ces périodes le même, les autres qu'il augmente et enfin les troisièmes qu'il diminue. Mais aucun des auteurs n'a offert de méthode suffisamment sûre pour le calcul de l'écoulement souterrain dans les fleuves à de telles périodes quand le fleuve s'alimente simultanément par des eaux superficielles et des eaux souterraines. La raison de ces divergences est due à ce que les investigateurs aspirent à résoudre le problème de l'écoulement souterrain dans le fleuve pour tout le fleuve en entier, sans prendre en considération sa dimension, et pour tous les horizons aquifères qui alimentent le fleuve. Une telle approche générale de la question n'a pas permis de trouver la nature de l'écoulement souterrain dans les fleuves et de révéler les lois générales qui régissent le mécanisme de l'écoulement. Il en résulte que maints aspects essentiels de ce phénomène, par exemple, le régime de déversement des horizons aquifères en relation avec l'hydraulique du fleuve (drainés par le lit du fleuve), la distribution de l'écoulement souterrain dans les fleuves au cours de l'année des horizons aquifères divers, etc., n'ont pas été étudiés.

La loi de l'écoulement des horizons aquifères séparés qui sont drainés par la vallée du fleuve se détermine par les conditions de gisement et d'alimentation de l'horizon aquifère (courants à nappe libre, artésien) et par l'emplacement des points de décharge (affleurements à la surface) en relation



а) Гидравлическая связь
грунтовых вод с рекой
(полная).

б) Гидравлической связи
грунтовых вод с рекой
(отсутствует).

в) Гидравлическая связь
грунтовых вод с рекой
(периодическая).

Фиг. 1.

Схема гидравлической связи грунтовых вод с рекой (по М.А. Вевировской)
1) Б. И. Куделин, Труды Лаборатории гидрогеологических проблем имени академика Ф. П. Саваренского Академии наук СССР, 5 (1949). 2) Б. И. Куделин, доклады Академии наук СССР, 71, № 1 (1950). 3) Б. И. Куделин, Доклады Академии наук СССР, 78, № 6 (1951).

Fig. 1 — Schéma de la relation hydraulique entre les eaux à nappe libre et le fleuve (selon M. A. Véviorovskaya).

- (a) Relation hydraulique complète entre les eaux à nappe libre et le fleuve.
- (b) Absence de relation hydraulique entre les eaux à nappe libre et le fleuve.
- (c) Relation hydraulique périodique entre les eaux à nappe libre et le fleuve.

avec le niveau de la surface d'eau dans la vallée (horizons aquifères à relation hydraulique avec le fleuve ou n'ayant pas cette relation hydraulique, mais qui ont une relation hydraulique périodique). (voir fig. 1) La différence des conditions indiquées de gisement des horizons aquifères mène à une distribution complètement différente de l'écoulement souterrain dans les fleuves au cours de l'année, c'est-à-dire qu'elle y mène à une diversité de phases. Ainsi, les sources descendantes de l'alimentation à nappe libre, qui affluent plus haut que le niveau d'eau dans la vallée du fleuve (sans relation hydraulique avec celui-ci) ont généralement une forme d'hydrographe proche de la forme de l'hydrographe du déversement fluvial. La différence consiste seulement en un certain déplacement à droite dans l'axe du temps (retardement) en comparaison avec l'hydrographe d'un écoulement superficiel. Les régimes de l'écoulement du sous-sol dans le fleuve par les horizons aquifères qui

sont en relation hydraulique avec le fleuve ont une direction définitivement inverse des phases d'écoulement. A leur tour, les sources ascendantes qui, n'alimentent pas les eaux des horizons aquifères très profonds, et qui affluent plus haut que le niveau d'eau de la vallée du fleuve, ne manifestent pas des oscillations de débit si caractéristiques que pour les catégories de l'écoulement souterrain exposées ci-dessus. Il résulte de ce qui a été exposé que la forme de l'hydrographe de l'écoulement souterrain dépend de la participation dans l'alimentation souterraine du fleuve, des divers genres indiqués ci-dessus.

La diversité de phases de l'écoulement souterrain dans les fleuves, liée à des conditions différentes d'alimentation et de décharge des horizons aquifères, se complique par le développement asynchrone des processus hydrologiques dans le bassin. Pour un tel fleuve comme le Volga, par exemple, le maximum printanier en amont se remarque un ou deux mois avant qu'il ait lieu en aval; la même constatation peut aussi se faire pour l'établissement du niveau bas stable d'été. Pour les horizons aquifères, dont le régime d'écoulement dépend du régime du fleuve, l'asynchronisme du développement des processus hydrologiques s'accompagne d'un développement asynchrone de l'écoulement souterrain dans le fleuve, c'est-à-dire, d'un déplacement de ses phases dans les différentes parties du bassin.

De cette manière, il est impossible de trouver un indice ou un coefficient général de la dynamique de l'écoulement souterrain pour tous les horizons aquifères qui alimentent le fleuve. Une méthode de division de l'hydrographe de l'écoulement général du fleuve sur une base hydrologique peut se fonder seulement sur l'évaluation des conditions hydrogéologiques concrètes des bassins fluviaux et sur les lois de l'écoulement souterrain vers le fleuve dans tous les horizons qui alimentent le fleuve.

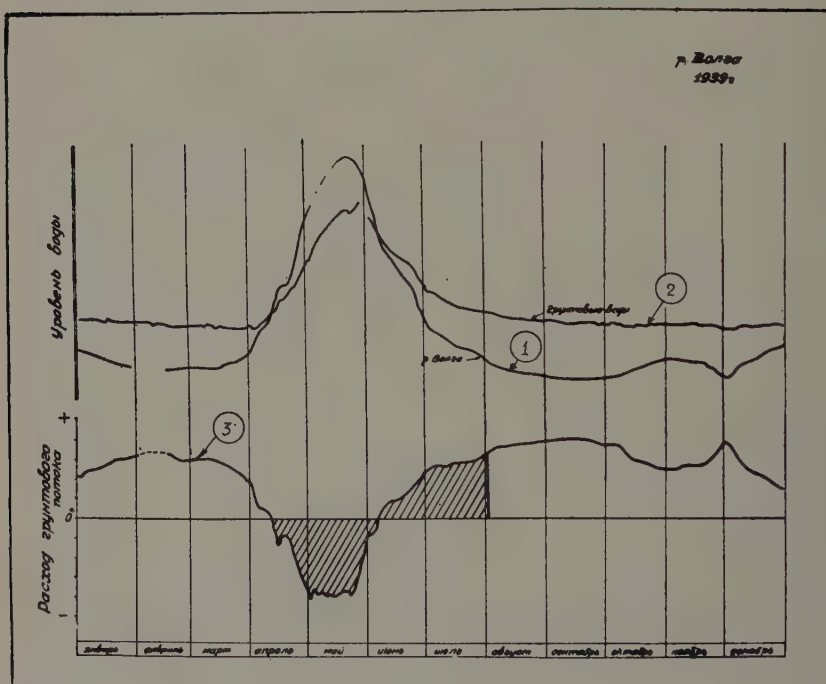
Une telle approche de la solution du problème est différente en principe de celle qui était offerte auparavant. Il est évident que cette approche est aussi beaucoup plus compliquée. La difficulté principale pour résoudre ce problème dans l'aspect que nous avançons, consiste en une étude du régime et en un calcul du volume de l'écoulement souterrain par les horizons aquifères qui sont en relation hydraulique avec le fleuve (drainés par le lit de ce dernier). Certainement, cette étude ne peut se faire à l'aide de mesures directes du débit du courant souterrain, comme cela a lieu dans le cas des sources. Pour résoudre la question indiquée, l'auteur a fait sur la base de la loi de Darcy et de l'équation à différences finies pour le mouvement non établi (non permanent) des eaux à nappes libres de G. N. Kamensky, une recherche de l'écoulement souterrain (par voie d'élaboration d'hydrographes pour des débits uniques) des eaux à nappe libre, qui sont en relation hydraulique avec le fleuve dans de multiples sections des fleuves Volga et Oka, sur la rivière Kazanka (des fleuves grand, moyen et petit) et sur d'autres, c'est-à-dire dans des conditions hydrologiques, géologiques et lithologiques des sections les plus variées. Ainsi, en aval du Volga ($F = 1\,264\,000\text{ km}^2$) l'horizon aquifère d'une puissance d'au moins 150-170 m se rapporte à des calcaires fissurés et à des dolomies d'âge Permien et Carbonifère; sur le fleuve Oka en amont ($F = 59\,400\text{ km}^2$) l'horizon aquifère d'une puissance de 12-14 m se développe dans des sédiments alluviaux et dans des calcaires fissurés et des marnes de l'étage Oupine; sur la rivière Kazanka en aval ($F = 2660\text{ km}^2$) l'horizon aquifère d'une puissance de près de 50 m est compris dans des sédiments argilo-gréseux alluviaux et dans des grès, des calcaires et des dolomies de l'étage Kazansky, etc. Tous les horizons aquifères marquent une bonne relation hydraulique avec le fleuve et leur régime est étroitement lié au régime des fleuves.

Les investigations faites dans le vaste bassin du Volga pour des laps de

temps synchrones (pour les mêmes années), sur des sections diverses, ont permis d'établir non seulement les lois de l'écoulement de sous-sol des horizons aquifères qui sont en relation hydraulique avec le fleuve sur des sections séparées dans une situation géologique et hydrologique différente, mais aussi les lois spatiales de l'écoulement. Ces recherches ont permis de trouver la méthode de calcul, sur l'hydrographe de l'écoulement général du fleuve, du volume de l'écoulement de sous-sol des horizons aquifères qui sont en relation hydraulique avec le fleuve.

Ces recherches ont mis en évidence complète l'image régulière du développement de l'écoulement de sous-sol vers le fleuve des horizons aquifères qui sont en relation hydraulique avec le fleuve. En traits généraux, cette régularité (ces lois) revient à ce qui suit :

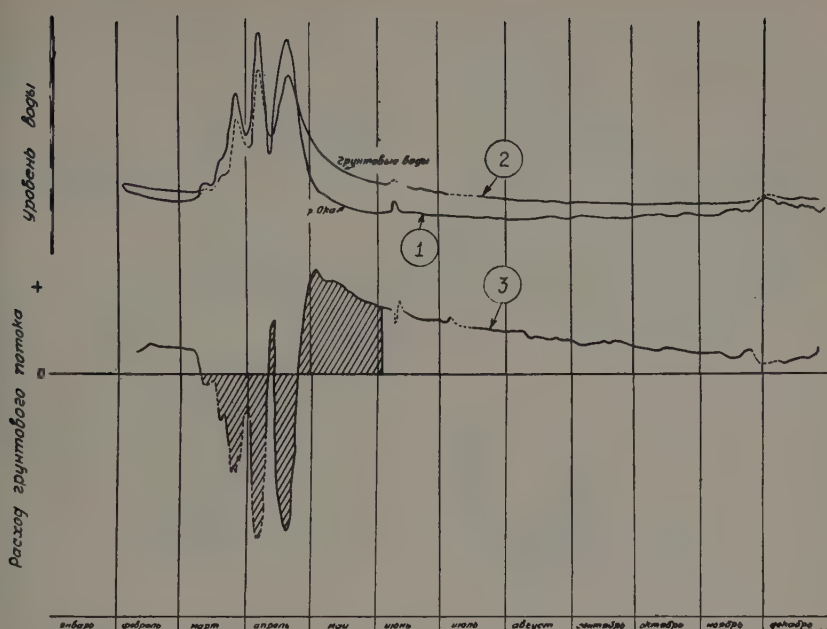
On observe une dépendance complète du régime d'écoulement du sous-sol avec le régime des eaux. La hausse du niveau des fleuves provoque une diminution des déclivités hydrauliques et des débits du courant du sous-sol vers le fleuve. Dans le stade ascendant des grandes crues printanières il survient dans les fleuves un moment où leur niveau devient, en s'élevant, plus haut que le niveau des eaux à nappe libre de la zone riveraine, ce qui mène à la formation de déclivités hydrauliques négatives et à l'infiltration des eaux



Фиг. 2.

« Новые принципы выделения подземного стока на гидрографе рек. »

Fig. 2 — Graphiques des courbes de la modification du niveau d'eau de la Volga (1), des eaux à nappe libre dans la zone littorale de par l'horizon aquifère à relation hydraulique avec le fleuve (2) et l'hydrographe d'un débit unique du courant de sous-sol (3) pour 1939.



Фиг. 3.

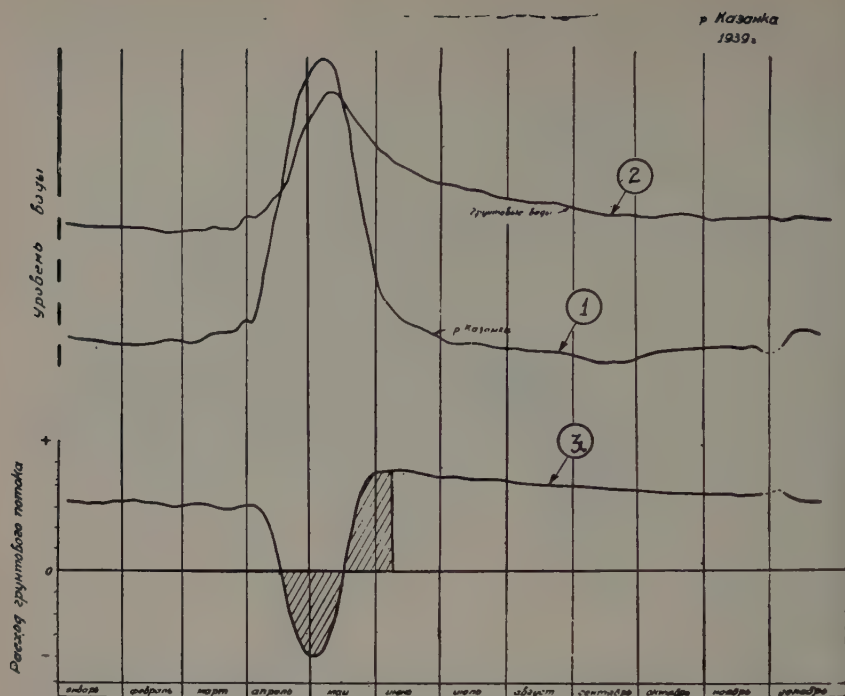
« Новые принципы выделения подземного стока на гидрографе рек. »

Fig. 3 — Graphiques des courbes de la modification du niveau d'eau de l'Oka (1), des eaux à nappe libre de la zone littorale de par l'horizon aquifère à relation hydraulique avec le fleuve (2) et du débit du courant de sous-sol (3) pour 1936.

fluviales dans les rives. A ce moment, ce sont les eaux fluviales qui, en s'infiltrant dans les rives, alimentent les horizons aquifères où elles complètent les réserves des eaux souterraines au compte de la baisse des débits de l'écoulement superficiel (voir fig. 2-4, table 2).

La phase négative de l'écoulement du sous-sol a lieu durant tout le premier stade (ascendant) des crues jusqu'à son pic et quelque temps après ce pic, temps suffisant pour que l'écoulement souterrain atteigne après ses valeurs négatives maxima la valeur zéro. La durée de la phase négative est différente pour des fleuves différents et pour des années variées et elle est liée au caractère des grandes crues. Durant la baisse des crues, peu de temps après le pic, quand le niveau du fleuve s'abaisse rapidement, la nappe du courant du sous-sol prend de nouveau une déclivité vers le fleuve et à ce moment commence l'écoulement inverse de l'eau infiltrée dans les rives vers le fleuve. Les constructions que nous avons faites démontrent que le temps nécessaire pour le retour des eaux fluviales dans le fleuve est approximativement égal au laps de temps de la phase négative de l'écoulement de sous-sol (voir table 4).

Le phénomène de l'infiltration des eaux fluviales dans les rives durant le stade ascendant des grandes crues et leur retour dans le fleuve au cours de



Фиг. 4.

« Новые принципы выделения подземного стока на гидрографе рек. »

Fig. 4 = Graphiques des courbes de la modification du niveau d'eau de la Kazanka (1), des eaux à nappe libre dans la zone littorale de l'horizon aquifère à relation hydraulique avec la rivière (2) et du débit du courant de sous-sol (3) pour 1939.

la baisse de ces crues est nommé par nous *régulation riveraine de l'écoulement superficiel*. La durée complète de la régulation riveraine de l'écoulement superficiel comprend un espace de temps approximativement égal à la période générale des grandes crues printanières (voir table 1).

Les pertes de l'écoulement superficiel par infiltration dans les rives pour 1 km d'étendue du fleuve dans le stade ascendant des grandes crues printanières pour les fleuves examinés sont données sur le tableau 2. Il est évident que les données sur les pertes de l'écoulement supérieur par infiltration sur 1 km de l'étendue du fleuves calculées par section, ne peuvent s'étendre sur tout le bassin du fleuve. Pour des parties diverses du bassin ces pertes seront différentes.

Durant les grandes crues printanières il se crée dans les rives des fleuves des grandes réserves d'eaux souterraines non seulement du fait de l'infiltration par le fleuve, mais aussi par suite d'une accumulation des eaux souterraines du bassin qui ne trouvent pas d'écoulement vers l'artère fluviale à cause des hauts niveaux printaniers du fleuve qui entravent l'écoulement souterrain des horizons aquifères ayant une relation hydraulique avec le fleuve.

TABLEAU I

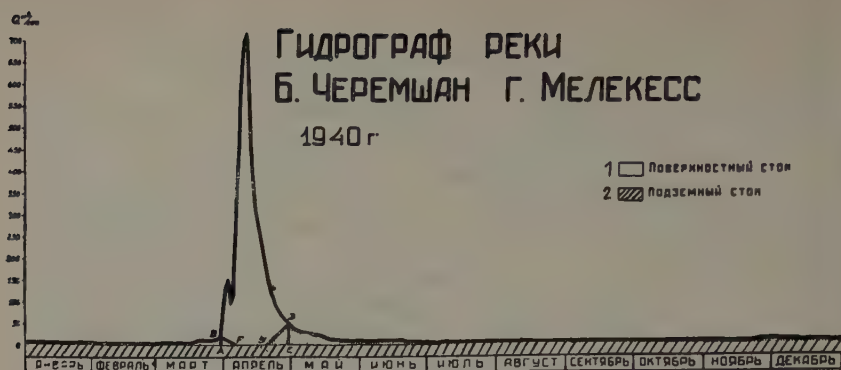
Données sur le rôle régulateur de l'écoulement souterrain

Fleuve	Année	Phase négative de l'écoulement souterrain			Retour des eaux fluviales d'infiltration dans le fleuve			Durée générale de la période de régulation riveraine de l'écoulement superficiel (en journées)
		date de commencement	date de fin	durée en journées	date de commencement	date de fin	durée en journées	
Volga aval	1939	12/IV	5/VI	54	6/IV	1/VIII	56	100
Oka amont	1936	9/III	10/IV	43	11/IV	13/IV	39	82
		14/IV	24/IV		25/IV	2/VI		
	1937	17/III	5/IV	19	6/IV	21/IV	16	35
	1939	22/III	2/IV	11	3/IV	16/IV	14	25
Kazanka aval	1939	16/IV	16/V	30	17/V	8/VI	23	53

TABLEAU 2

Données sur les pertes de l'écoulement superficiel par infiltration dans les rives durant les grandes crues printanières dans les fleuves au cours de la période de la phase négative de l'écoulement souterrain.

Fleuve	Année	Pertes de l'écoulement superficiel par infiltration dans les rives sur 1 km de l'étendue de la rivière (en mètres cubes)	
		pour toute la période de la phase négative de l'écoulement souterrain	En moyenne par journée
Volga, aval	1939	836 160	15 485
Oka, amont	1936	900 000	20 930
	1937	420 000	22 100
	1938	330 000	30 000
Kazanka, aval	1939	560 000	18 700



Фиг. 5.

Схема выделения подземного стока на гидрографе р. Б. Черемшан, г. Мелекесс, 1940 г.

Fig. 5 — Schéma de la détermination de l'écoulement souterrain sur l'hydrographe de la rivière B. Tchremsha dans l'alignement de la ville Mélékés en 1940.

Signes conventionnels :

1. Ecoulement superficiel;
2. Ecoulement de sous-sol.

Même en amont du fleuve Oka la hausse du niveau des eaux à nappe libre durant les grandes crues s'observe à une distance de plus de 800 m du lit du fleuve, et pour le Volga elle se trouve à deux km et plus encore.

Les réserves des eaux souterraines accumulées dans les rives au cours des grandes crues influencent grandement l'action aquifère du fleuve durant la période d'été où le niveau est bas. Ce phénomène est d'une grande portée pour le régime d'eau des fleuves et doit être pris en considération pour les pronostics.

Les investigations effectuées démontrent que dans le stade descendant des grandes crues ce sont les eaux à nappe libre qui s'écoulent dans le fleuve par des horizons aquifères ayant une relation hydraulique avec ce dernier; ces eaux se sont accumulées principalement du fait de l'infiltration des eaux fluviales. Néanmoins cet écoulement de sous-sol doit être rapporté par son origine et par le rôle qu'il occupe dans la circulation de l'humidité sur la terre, non pas à l'écoulement souterrain, mais à l'écoulement superficiel qui a seulement subi au cours de son existence une transformation de la régulation riveraine : écoulement souterrain (phases négative et positive) — écoulement superficiel.

L'essence hydrologique de la régulation riveraine consiste particulièrement en ce que l'écoulement superficiel formé par suite des eaux de fonte de la neige et des précipitations atmosphériques, qui ont déjà atteint par ruissellement le courant d'eau superficiel grâce à action réciproque avec les rives (le lit) et les eaux à nappe libre de la zone riveraine, se perd temporairement pour l'écoulement superficiel en s'infiltrant dans les rives et en se transformant en eaux à nappe libre (écoulement souterrain négatif), se conserve (s'accumule) dans les rives au cours de tout le premier stade (ascendant) des grandes crues (grâce au barrage constitué par les eaux hautes dans le fleuve) et que bientôt après que le pic des grandes crues a passé revient de nouveau dans la rivière

En se transformant une seconde fois en un écoulement superficiel qui augmente l'action aquifère du fleuve devant la baisse des grandes crues. De cette manière, comme résultat de la régulation riveraine, une partie de l'écoulement superficiel qui va pour l'infiltration dans les rives s'écoule à mouvement ralenti. Au lieu de s'écouler au cours du premier stade (ascendant) des grandes crues, ces eaux le font durant le second stade (descendant), c'est-à-dire que pendant le processus de régulation riveraine se produit une distribution réitérative au-dedans des grandes crues printanières propres qui mène à une transformation de l'hydrographe en une courbe plus harmonieuse, sans afflux dans le réseau fluvial des eaux à nappe libre de par les horizons aquifères ayant une relation hydraulique avec le fleuve et avec les parties intérieures du bassin.

L'expression mathématique de la régulation riveraine peut être représentée par une expression algébrique approximative qui est valable pour chaque section du fleuve.

$$-A + A' \simeq 0, \quad (1)$$

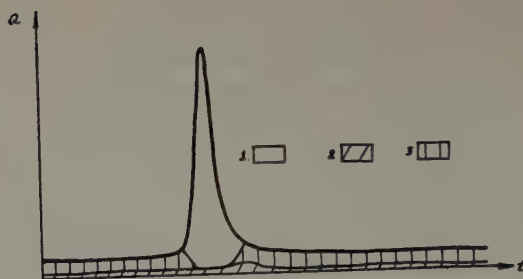
où A est la valeur de l'infiltration des eaux fluviales pour une unité de longueur de la rive au stade ascendant des crues (alimentation souterraine négative); A' — est la valeur de l'écoulement des eaux à nappe libre dans le fleuve pour une unité de la longueur de la rive au stade descendant des grandes crues.

Cette équation (1) est de même une équation de l'alimentation de sous-sol du fleuve au cours de la période des grandes crues par les horizons aquifères en relation hydraulique avec le fleuve, pour chaque section du fleuve. Il s'en suit que l'alimentation de sous-sol par les horizons aquifères qui sont en relation hydraulique avec le fleuve peut être admise comme égale à zéro pour chaque section du fleuve au point de vue calcul du bilan d'eau au cours des grandes crues. Cela ne fait nullement pas que l'alimentation de sous-sol du fleuve par les horizons aquifères en relation hydraulique avec le fleuve égale zéro au cours de toute la période des grandes crues et pour tout le bassin fluvial. En réalité elle égale une valeur négative au stade ascendant et une valeur positive au stade descendant. Seulement pour toute la période des grandes crues et seulement du point de vue du bilan d'eau des grandes crues pour chaque section de calcul du fleuve on peut admettre une alimentation de sous-sol égale à zéro par les horizons aquifères à relation hydraulique avec le fleuve.

Pour calculer l'écoulement souterrain par les horizons aquifères à relation hydraulique avec le fleuve, on doit dans la section finale c'est-à-dire sur tout le bassin) évaluer la dimension du bassin et les lois spatiales du développement de l'écoulement souterrain. Si le bassin est suffisamment grand et dans des conditions définies du développement des grandes crues, les eaux souterraines drainées dans les parties supérieures du bassin peuvent passer dans la section finale tandis que dans la station de mesure l'écoulement souterrain est inexistant. On peut calculer cela sans difficulté si on a des données sur le commencement et la fin des grandes crues dans la partie supérieure du bassin et sur la vitesse de l'arrivée de l'eau (3). Le schéma d'un hydrographe calculé de cette manière est montré sur la fig. 5.

Ce principe de calcul est valable aussi pour les crues intenses d'été, d'automne et d'hiver, si ces dernières sont observées tout le long du fleuve.

Si le fleuve possède une alimentation de sous-sol mixte par des eaux à nappe libre à relation hydraulique avec le fleuve ou bien sans celle-la, il est nécessaire d'évaluer l'écoulement de sous-sol complémentaire par les horizons aquifères qui n'ont aucune relation hydraulique avec le fleuve. Une telle évaluation peut être effectuée par voie de relevés des sources qui affluent



Фиг. 6.

Схема выделения подземного стока на гидрографе реки при смешанном грунтовом питании.

- 1 — поверхностный сток.
- 2 — грунтовый сток из водоносных горизонтов, не имеющих гидравлической связи с рекой.
- 3 — грунтовый сток из водоносных горизонтов, гидравлически связанных с рекой.

Fig. 6 — Schéma de la détermination de l'écoulement souterrain sur l'hydrographe du fleuve pour alimentation du sous-sol mixte.

Signes conventionnels :

- 1. Ecoulement superficiel;
- 2. Ecoulement de sous-sol par des horizons aquifères sans relation hydraulique avec la rivière;
- 3. Ecoulement de sous-sol par des horizons aquifères ayant une relation hydraulique avec le fleuve.

à la surface plus haut que les hauts niveaux dans le fleuve durant la reconnaissance du bassin et les observations stationnaires sur le régime de l'écoulement des sources ou par voie de données en littérature.

Ce genre d'alimentation souterraine sur l'hydrographe du fleuve est donné séparément (fig. 6).

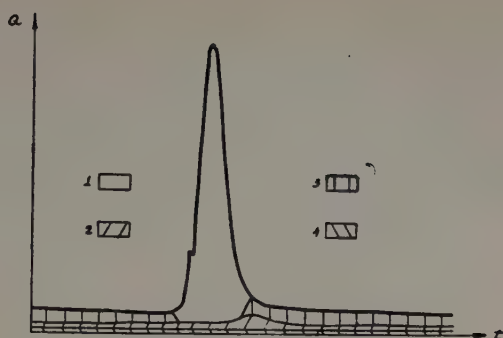
Il peut y avoir aussi un cas plus compliqué quand le fleuve s'alimente par des eaux à nappe libre (des deux genres indiqués ci-dessus) et par des eaux artésiennes. Pour le simplifier, admettons que l'écoulement artésien s'effectue par des sources ascendantes qui s'alimentent d'un horizon aquifère en charge n'ayant aucune relation hydraulique avec le fleuve, et qui ne marquent pas des modifications sensibles de débit au cours de l'année. Alors le schéma de démembrement de l'hydrographe du fleuve selon les genres génétiques de l'alimentation aura l'aspect de la figure 7.

Selon les conditions hydrogéologiques du bassin il est nécessaire d'appliquer différents schémas pour la détermination de l'écoulement souterrain sur l'hydrographe du fleuve.

Après qu'on a établi les principes de distinction de l'écoulement souterrain sur l'hydrographe du fleuve, en tenant compte de la dynamique de l'écoulement par des horizons aquifères différents qui prennent part à l'alimentation du fleuve, il faut aborder le problème de trouver les corrélations quantitatives des différents genres de l'alimentation souterraine du fleuve.

Ce problème est résolu concrètement pour chaque bassin fluvial à l'aide de l'examen des conditions hydrogéologiques.

La méthode que nous avons décrite fut appliquée par l'auteur pour l'étude



Фиг. 7.

Схема выделения подземного стока на гидрографе реки при смешанном грунтовом и артезианском питании.

- 1 — поверхностный сток.
- 2 — грунтовый сток из водоносных горизонтов, не имеющих гидравлической связи с рекой.
- 3 — грунтовый сток из водоносных горизонтов, гидравлически связанных с рекой.
- 4 — артезианский сток из восходящих источников, питаемых артезианским водоносным горизонтом, не имеющим гидравлической связи с рекой.

Fig. 7 — Schéma de la détermination de l'écoulement souterrain sur l'hydrographe du fleuve pour alimentation mixte de sous-sol et artésienne.

Signes conventionnels :

1. Ecoulement superficiel;
2. Ecoulement de sous-sol par des horizons aquifères sans relation hydraulique avec le fleuve;
3. Ecoulement de sous-sol par des horizons à relation hydraulique avec le fleuve;
4. Ecoulement artésien des sources ascendantes, alimentées par un horizon aquifère artésien sans relation hydraulique avec le fleuve.

de l'écoulement souterrain des fleuves des immenses bassins du Dniéper et du Donetz septentrional et donna des résultats satisfaisants. Les valeurs obtenues de l'alimentation du sous-sol des fleuves furent utilisées pour l'évaluation régionale des ressources naturelles des eaux à nappe libre du territoire nommé. Cela indique la relation étroite qui existe entre l'hydrologie et la hydrogéologie.

Il faut noter en concluant que la méthode de calcul indiquée donne les meilleurs résultats pour des fleuves à grandes crues printanières bien exprimées et à niveau bas d'été stable.

IMPORTANCE DES STRUCTURES GÉOLOGIQUES POUR LES CALCULS DU BILAN D'EAU DE MULTIPLES ANNÉES

PAR

B. I. KOUDÉLINE
docteur ès-sciences
Université de Moscou

L'équation du bilan d'eau pour n'importe quelle surface et pour une période de temps prise à volonté fut donnée par M. A. Velikanov. Ce fut lui aussi qui exprima le plus généralement le bilan d'humidité pour un bassin fluvial fermé, ayant l'aspect de :

$$x = y + z + v + w, \quad (1)$$

où x — les précipitations atmosphériques sur la surface du réservoir d'eau; y — l'écoulement fluvial; z — l'évaporation, déduction faite de la condensation; v — la valeur positive ou négative des sommes de tous les mesuréments des réserves d'humidité (par exemple, l'augmentation ou la diminution de la couverture de neige, l'élévement ou la baisse du niveau des eaux à nappe libre, du niveau de l'eau du fleuve ou du lac, etc.); w — la valeur positive ou négative de la circulation des eaux entre le bassin donné et celui qui est adjacent.

On connaît des expressions particulières de l'équation (1), par exemple du genre

$$X_0 = Y_0 + Z_0, \quad (2)$$

où $X_0 = \sum x/n$ est la moyenne des précipitations, $Y_0 = \sum y/n$ — la moyenne d'écoulement, $Z_0 = \sum z/n$ — la moyenne d'évaporation, $\sum x$, $\sum y$, $\sum z$ — les sommes des précipitations, de l'écoulement et de l'évaporation au cours de n années qui est valable pour une rangée de multiples années quand $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v \rightarrow 0$ $n \rightarrow \infty$

et quand la circulation entre le bassin donné et les bassins voisins (w) n'a pas lieu, ou bien quand elle est si minime en comparaison des autres éléments du bilan d'eau que l'on peut ne pas le prendre en considération.

L'équation (2) est largement appliquée pour les calculs hydrologiques. Elle est fondamentale pour le calcul de la moyenne d'évaporation sur la surface du bassin :

$$Z_0 = X_0 - Y_0. \quad (3)$$

Les équations (2) et (3) sont prises comme base pour l'étude du bilan d'eau et de l'évaporation sur des territoires énormes et de fait on les applique pour n'importe quels bassins fluviaux sans relation à leurs dimensions et à leur structure géologique et hydrogéologique; ceci ne peut être admis comme juste car il est difficile d'admettre que les conditions limitatives observées

pour la déduction de l'équation (2) sont valables pour tous les bassins fluviaux. En conséquence, nous pensons qu'il est opportun d'examiner la question de l'applicabilité de l'équation (2) pour des bassins fluviaux réels.

Le but d'un tel examen mène évidemment à la solution suivante : pour lesquels des bassins fluviaux réels restent valables les conditions admises de la déduction de l'équation (2) et quand par conséquent son application est complètement fondée et pour lesquels d'entre eux — si ces conditions ne sont pas observées et quand, par conséquent, un calcul fondé sur l'équation (2) peut mener à des erreurs.

En déduisant l'équation (2), on a admis deux limitations :

$$1) \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n v \rightarrow 0 \quad \text{et } 2) w \simeq 0.$$

$$n \rightarrow \infty$$

- La première condition est observée, à ce qu'il paraît, dans n'importe quels bassins fluviaux, pour autant que la baisse de l'humidité au cours des années de sécheresse est compensée par une crue de l'humidité durant des années humides, et on peut admettre dans les limites d'une rangée de multiples années que la modification moyenne de la réserve d'eau au cours de multiples années tend vers zéro dans tous les bassins. C'est pourquoi la première condition admise en déduisant l'équation (2) ne limite pas son application pratique.

Par contre, la seconde condition ne peut pas être observée dans tous les bassins fluviaux, cela découle de la nature même du membre w de l'équation (1). Contrairement à v , w dépend non pas des facteurs climatiques (précipitations, déficit de l'humidité de l'air, etc.), la valeur desquels oscille au cours de différentes années autour de la valeur moyenne, mais de la structure géologique des bassins fluviaux, laquelle reste en général constante au cours de la période de calcul et crée une tendance déterminée (à un chiffre) des processus de l'écoulement souterrain et de la circulation de l'eau entre le bassin donné et ceux qui avoisinent ce dernier; cette tendance ne mène pas à une compensation de l'accroissement et de baisse de l'humidité dans le bassin même au cours d'une période de multiples années. Comme résultat, en relation à la structure géologique des bassins fluviaux (ce qui sera examiné ultérieurement) w aura dans un cas un signe positif, et dans l'autre un signe négatif et rien que dans des cas particuliers, $w = 0$.

Méconnaître la valeur w pour tous les bassins fluviaux dans les limites de vastes territoires, comme cela se fait parfois en résolvant les questions du bilan d'eau (par exemple en dressant des cartes de l'évaporation) ne peut être admis juste du point de vue de méthode, et, comme nous le verrons plus loin, cela ne concorde pas avec conditions de la formation d'un écoulement souterrain profond et au bilan d'eau, bien que évidemment la précision du calcul est le plus grandement affectée par le manque d'évaluation de la valeur w dans les petits bassins.

L'écoulement souterrain (en outre de w) entre dans l'équation du bilan d'eau, d'une manière dissimulée, de même que dans l'écoulement fluvial, en tant que les eaux souterraines font aussi part de l'alimentation du fleuve. L'écoulement souterrain se forme de la partie des précipitations atmosphériques, qui se dépensent par infiltration pour l'alimentation des eaux souterraines. Il résulte de l'équation (2) que la partie des précipitations qui s'en va par infiltration doit revenir complètement dans le fleuve par l'écoulement souterrain au cours d'une période de multiples années. Néanmoins, on ne peut s'attendre à cela dans tous les bassins fluviaux. Si l'égalité suivante : précipitations = écoulement + évaporation pourrait s'observer durant une période de multiples années dans tous les bassins fluviaux, alors aucune

partie des précipitations ne ferait jamais partie de l'alimentation des horizons aquifères artésiens. Cela mènerait à un épuisement des réserves des eaux artésiennes, à un assèchement des horizons aquifères profonds. Néanmoins les faits le contredisent. On sait que les profonds horizons aquifères artésiens possèdent des immenses réserves d'eau et on ne remarque aucun épuisement progressif même devant l'exploitation de ces eaux. La conservation de grandes réserves d'eaux artésiennes devant un enlèvement d'eau artificiel intensif et un débit naturel par écoulement souterrain profond est possible, à ce qu'il paraît, rien que si ces réserves se complètent constamment. La source principale d'un tel complètement (alimentation) des eaux artésiennes, tout comme des eaux à nappe libre est l'infiltration des précipitations.

Mais si les eaux souterraines pas profondes se trouvent dans une zone de circulation intense et si les délais de cette circulation sont, en somme, courts et on peut admettre que ces eaux se trouvent dans les limites d'une rangée de multiples années, alors les rythmes du mouvement des eaux artésiennes profondes sont si petits, et les délais de la circulation sont si grands et se calculent pour la majorité des structures artésiennes par des milliers d'années et encore plus (dans les structures fermées ce délai se compare à des périodes géologiques), que ces derniers ne peuvent aucunement trouver place dans la notion hydrologique d'une période de multiples années, et sont beaucoup plus grandes. De cette manière du point de vue du bilan d'eau, la partie des précipitations atmosphériques qui entre dans l'alimentation des eaux à nappe libre et, en général, des eaux pas profondes de la zone de circulation intense, n'est point perdue. Cette partie atteint par écoulement souterrain (de sous-sol) les systèmes fluviaux et prend part par écoulement superficiel dans la circulation générale de l'humidité sur la terre dans les limites de la « rangée de multiples années ». C'est pourquoi une partie des précipitations atmosphériques, qui forme l'écoulement souterrain pas profond à rythmes rapides du mouvement d'eau et à courts délais d'échange d'eau ne trouble pas la justesse de l'équation (2) et entre dans celui-ci comme partie intégrante du membre Y_0 , d'autant plus que la réception des eaux à nappe libre coïncide ordinairement avec la réception des eaux superficielles.

L'autre partie des précipitations atmosphériques, celle qui forme l'écoulement souterrain profond de la zone à circulation ralentie, quitte le cycle de l'eau pour des milliers d'années; elle se perd sans retour, au point de vue du bilan d'eau actuel, et ne fait pas partie du membre Y_0 de l'équation (2).

Par conséquent, l'équation (2) n'est pas valable pour les bassins fluviaux qui se trouvent dans la région d'alimentation des bassins artésiens où a lieu l'infiltration des précipitations atmosphériques dans des horizons aquifères profonds et son application peut mener à des erreurs. L'équation (2) n'est pas valable non plus pour des bassins fluviaux, dans lesquels on rencontre des affleurements des eaux artésiennes car dans l'écoulement superficiel interviennent les eaux de l'écoulement souterrain profond formées par des précipitations atmosphériques, qui ne sont pas prises en considération par le membre X_0 de l'équation (2).

Pour les bassins fluviaux, qui passent par la région d'alimentation, de même que par la région de décharge, le bilan d'humidité selon l'équation (2) peut ne pas être exact car les pertes par infiltration profonde dans la région d'alimentation ne sont pas toujours égales à l'écoulement profond dans la région de décharge. L'inégalité survient en raison de ce qu'on observe une non-coïncidence des surfaces des collecteurs d'eau des bassins superficiel et artésien. En outre, une partie de l'écoulement profond échappe, en général, aux systèmes des fleuves et se dirige directement dans les mers et les océans. Rien que pour les bassins fluviaux disposés entièrement dans les régions

où les eaux artésiennes sont recouvertes par une ou des couches imperméables et où il n'y a point de relation directe entre les eaux superficielles et les eaux artésiennes, existent des conditions pour balancer l'humidité selon l'équation (2).

En tenant compte des conditions géostructurelles et hydrogéologiques différentes du bassin des fleuves, les équations du bilan d'eau d'un bassin fluvial fermé peuvent être dressées selon l'exposé antérieur de la manière suivante :

(1) Pour les bassins fluviaux (ou pour leurs parties), disposés dans les régions de l'alimentation des bassins artésiens :

$$X_0 = Y_0 + Z_0 + I_0, \quad (4)$$

où I_0 est la norme de l'infiltration ou l'infiltration moyenne de multiples années pour l'alimentation des profonds horizons aquifères artésiens égale, selon le précédent, $I_0 = \sum i/n$.

(2) pour les bassins fluviaux (ou pour leurs parties) disposées dans les régions de décharge des bassins artésiens :

$$X_0 = Y_0 + Z_0 - U_0 \quad (5)$$

où U_0 est la norme, ou la valeur moyenne de multiples années d'écoulement artésien (alimentation) dans le bassin du fleuve égale $U_0 = \sum u/n$;

(3) pour les bassins fluviaux (ou pour leurs parties) disposés dans les régions d'alimentation, ainsi que dans les régions de décharge des bassins artésiens :

$$X_0 = Y_0 + Z_0 + I_0 - U_0 \quad (6)$$

Pour les bassins fluviaux (ou pour leurs parties) disposés dans les régions sans communication avec les bassins artésiens l'équation (2) reste valable.

L'aspect général de l'équation du bilan d'eau d'un bassin fluvial fermé pour une rangée de multiples années est donné ci-dessous :

$$X_0 = Y_0 + Z_0 \pm W_0, \quad (7)$$

où W_0 est l'infiltration moyenne de multiples années dans des horizons aquifères profonds ou bien la valeur de l'écoulement artésien, ou encore la différence entre eux.

Pour la région à charge $W_0 = 0$.

Il faut faire le calcul de la norme d'évaporation, conformément aux types indiqués des bassins fluviaux.

L'aspect général de l'équation pour le calcul de la norme d'évaporation selon l'équation (7) sera :

$$Z_0 = X_0 - Y_0 \pm W_0 \quad (8)$$

Les données hydrogéologiques reçues dans certains bassins artésiens sur l'écoulement souterrain profond démontrent qu'une méconnaissance des parties des précipitations pour l'alimentation des eaux souterraines profondes ou bien le manque d'évaluation de l'écoulement artésien peut amener à des erreurs essentielles dans les calculs du bilan d'eau.

L'équation du bilan d'eau de multiples années pour un bassin fluvial fermé (7) peut être appliquée pour déterminer les ressources naturelles des bassins artésiens, en la solvant relativement à W_0 :

$$\pm W_0 = X_0 - Y_0 - Z_0. \quad (9)$$

Cette dernière circonstance est d'une grande portée pour la hydrogéologie.

1) М. А. Великанов, Гидрогеология суши, 1948. 2) В. А. Троицкий, Гидрогеологическое районирование СССР, изд. АН СССР, 1948. 3) Н. А. Плотников при участии Г. В. Богомолова и Г. Н. Каменского, Классификация ресурсов подземных вод для целей водоснабжения и методика их подсчета, 1946. 4) Б. В. Поляков, Труды Центрального ин-та прогнозов, в. 2 (29), (1947). 5. Г. Н. Петров, ДАН, 71, № 3 (1950). 6) Г. Н. Каменский, Поиски и разведка подземных вод, 1947. 7) Д. И. Кочерин, Гидротехн. сборн. МВТУ, № 2 (1929). 8. Б. Д. Зайков, Иссл. рек СССР, в VIII, Л. 1936.

(31.814) Imprimerie Ceuterick, s. c., 66, rue Vital Decoster, Louvain
Resp. L. Pitsi, 25, rue Dagobert, Louvain (Belgique)

Imprimé en Belgique

